



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

02079900.3

Dar Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk

NOTICE OF ALLOWANCE
BY EXAMINER

RECEIVED
U.S. PATENT AND
TRADEMARK OFFICE
SEARCHED AND
EXAMINED
AND DETERMINED
THAT THE
APPLICANT
IS ENTITLED
TO A PATENT
FOR THE
INVENTION
SPECIFIED
IN THIS
APPLICATION
AS FOLLOWS:

RECEIVED
U.S. PATENT AND
TRADEMARK OFFICE
SEARCHED AND
EXAMINED
AND DETERMINED
THAT THE
APPLICANT
IS ENTITLED
TO A PATENT
FOR THE
INVENTION
SPECIFIED
IN THIS
APPLICATION
AS FOLLOWS:

RECEIVED
U.S. PATENT AND
TRADEMARK OFFICE
SEARCHED AND
EXAMINED
AND DETERMINED
THAT THE
APPLICANT
IS ENTITLED
TO A PATENT
FOR THE
INVENTION
SPECIFIED
IN THIS
APPLICATION
AS FOLLOWS:

SEARCHED
EXAMINED
SEARCHED
EXAMINED

THIS PAGE BLANK (USPTO)



Anmeldung Nr:
Application no.: 02079900.3
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 25.11.02
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

W idmann Plastics Technology AG
Neue Jonastrasse 60
8640 Rapperswil
SUISSE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Verfahren zur Herstellung eines Werkzeugeinsatzes zum spritzgiessen eines teils
mit einstufigen Mikrostrukturen

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

B81C/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of
filling/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR

THIS PAGE BLANK (USPTO)

10064ep

- 1 -

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES WERKZEUGEINSATZES ZUM SPRITZGIESSEN EINES TEILS MIT EINSTUFIGEN MIKROSTRUKTUREN

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines
5 Werkzeugeinsatzes zum Spritzgiessen eines mikrostrukturierten Teils, welcher aus einem Kunststoff, einem Metall oder aus einem keramischen Material hergestellt wird und welcher eine Anordnung von Mikrostrukturen aufweist, die auf einer Aussenfläche des Teils gebildet
10 werden und eine vorbestimmte Tiefe haben.

Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Spritzgiessen eines Teils, welcher aus einem Kunststoff, einem Metall oder aus einem keramischen Material hergestellt
15 wird und welcher eine Anordnung von Mikrostrukturen aufweist, die auf einer Aussenfläche des Teils gebildet werden und eine vorbestimmte Tiefe haben, wobei ein Werkzeug zum Spritzgiessen verwendet wird, der von einer ersten und einer zweiten Werkzeughälfte gebildet wird.

20 Damit durch Spritzgiessen erzeugte Teile nach dem Spritzgiessen aus dem Werkzeug entformt werden können, ohne dass die Qualität der Mikrostrukturen beeinträchtigt wird, und dass bei grosser Anzahl Mikrostrukturen die
25 Entformungskräfte nicht zu gross werden, müssen die Mikrostrukturen mit Entformungsschrägen versehen werden, welche z.B. grösser als 2 Grad sind, wobei dieser Winkel im Querschnitt zwischen einer Seitenwand der Mikrostruktur und einer zur Aussenfläche des Teils und zur Querschnittsebene
30 senkrechten Ebene gemessen wird.

Es sind folgende Verfahren bekannt, welche die Herstellung von Teilen mit 1-stufigen Mikrostrukturen ermöglichen:

- (A) Nassätzen von Glas
- 35 (B) Trockenätzen von Silizium
- (C) LIGA
- (D) UV-LIGA

- 2 -

- (E) Laser Machining
- (F) Mikroerosion
- (G) Mikrozerspannung (Bohren, Fressen, Drehen)

5 Aller diese bekannten Mikrostrukturierungsverfahren haben jedoch folgende Nachteile:

Mit dem Verfahren (A) lässt sich nur eine eingeschränkte maximale Strukturtiefe erzielen. Das Verfahren (B) ist schwer beherrschbar. Das Verfahren (C) ist sehr aufwendig
10 und teuer. Mit dem Verfahren (D) lässt sich keine oder nur mit sehr viel Aufwand erzeugte Entformungsschrägen erzielen. Die Verfahren (E), (F), (G) sind für eine industrielle Anwendung noch zuwenig entwickelt und sind zudem nur sequentiell durchführbar.

15

Der Erfindung liegt daher die erste Aufgabe zugrunde ein Verfahren zur Herstellung eines mikrostrukturierten Werkzeugeinsatzes der oben erwähnten Art zur Verfügung zu stellen, das bei 1-stufigen Mikrostrukturen die Erzeugung
20 von Entformungsschrägen mit relativ geringem Aufwand ermöglicht.

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird diese erste Aufgabe mit einem Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2 gelöst.
25 Bevorzugte Ausführungsformen sind durch Unteransprüche definiert.

Der Erfindung liegt ferner die zweite Aufgabe zugrunde ein Verfahren zum Spritzgiessen eines Teils zur Verfügung zu
30 stellen, der eine Anordnung von Mikrostrukturen aufweist, die auf einer Aussenfläche des Teils gebildet werden, eine vorbestimmte Tiefe haben und Entformungsschrägen aufweisen, wobei ein Werkzeug zum Spritzgiessen verwendet wird, der von einer ersten und einer zweiten Werkzeughälfte gebildet wird.

35

Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird diese zweite Aufgabe mit einem Verfahren gemäß Anspruch 8 gelöst.

10064ep

- 3 -

Die mit den erfindungsgemässen Verfahren erzielten Vorteile sind insbesondere wie folgt:

- 5 Das erfindungsgemässe Verfahren ermöglicht auf einfache Weise und mit niedrigen Kosten Entformungsschrägen zu erzeugen, die z.B. grösser als 2 Grad sind. Ein wichtiger Vorteil solcher Entformungsschrägen ist, dass sie die Entformung des Teils ohne Beeinträchtigung der Qualität der
- 10 Mikrostrukturen und mit geringen Entformungskräften ermöglichen, auch wenn der Wafer viele Mikrostrukturen aufweist.

Durch das erfindungsgemässe Verfahren wird ein Nachteil von Silizium Trockenätzen mit dem Boschprozess, die grundsätzliche Hinterschnittigkeit der Strukturen, vermieden.

Das erfindungsgemässe Verfahren hat den zusätzlichen

- 20 Vorteil, dass die Ätztiefenuniformität durch die Waferdicke gegeben und dadurch hervorragend ist, was sonst beim Silizium Trockenätzen insbesondere wenn die Öffnungen unterschiedliche breit sind, nicht der Fall ist.
- 25 Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in den beiliegenden Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiels näher erläutert. In den beiliegenden Zeichnungen zeigen

Fig. 1 die Mikrostrukturierung der Vorderseite eines ersten Wafers durch durchätzen (Throughetching) Plasmaätzen zur Bildung einer Anordnung von Mikrostrukturen.

Fig. 2 das Bonden der Vorderseite des ersten Wafers auf ein Trägersubstrat zur Bildung eines Galvano-Masters,

35

Fig. 3 das elektrochemisches Abscheiden einer Metallschicht auf der Vorderseite des ersten Wafers und in

10064ep

- 4 -

den darin vorhandenen durch die durchgehenden Mikrostrukturen gebildeten Hohlräume,

Fig. 4 die vom ersten Wafer und dem damit gebondeten
5 Trägersubstrat abgetrennte Metallschicht,

Fig. 5 die Verwendung einer vom ersten Wafer und vom
damit gebondeten Trägersubstrat abgetrennten Metallschicht
als formgebende Teil eines erfindungsgemäss hergestellten
10 Werkzeugeinsatzes, der als eine Werkzeughälfte eines
Werkzeugs zum Spritzgiessen eines Teils verwendet wird, und
das Einspritzen einer Materialschmelze in den Innenraum des
Spritzgusswerkzeuges,

15 Fig. 6 die Entformung eines Teils von der soeben
erwähnten Metallschicht.

Fig. 7 das aus dem Spritzgusswerkzeug entformten Teil.

20 Anhand der Figuren 1 bis 4 wird nachstehend ein Verfahren
zur Herstellung eines mikrostrukturierten Werkzeugeinsatzes
zum Spritzgiessen eines Kunststoffteils beschrieben, der
eine Anordnung von Mikrostrukturen aufweist, die auf einer
Aussenfläche des Kunststoffteils gebildet werden und eine
25 vorbestimmte Tiefe haben. Dieses Verfahren ist auch zum
Spritzgiessen eines Teils anwendbar, welcher aus einem
Metall oder aus einem keramischen Material hergestellt wird.

Wie in Fig. 1 gezeigt, wird in einem ersten
30 Verfahrensschritt die Vorderseite eines Silizium-Wafers 11
photolithografisch mit einer Ätzmaskierung 12 maskiert,
welche einer Anordnung von Mikrostrukturen entspricht.

Anschliessend wird der Wafer 11 mittels Trockenätzen in
35 einem Plasma (Fachbegriff: DRIE= Deep Reactive Ion Etching)
bestehend aus Ionen und reaktiven Fluor Radikalen mit einem
sogenannten Throughetching durchätz, wobei die Fluor

10064ep

- 5 -

Radikale das Silizium abtragen. Dazu wird das Ätzrezept so gewählt, dass der Hinterschnitt der gewünschten Entformungsschräge entspricht. Diese Forderung ist insofern erfüllbar, dass der Silizium Ätzprozess basierend auf dem

5 Bosch Prozess zu Hinterschnitt neigt, insbesondere bei Ätzöffnungsbreiten > 20 Mikrometer. Dieser Effekt wird erfindungsgemäss ausgenutzt, um die gewünschte Entformungsschräge zu erzeugen.

10 Auf diese Weise wird im Silizium-Wafer 11 von der Vorderseite des Silizium-Wafers ausgehend eine Anordnung von Mikrostrukturen erzeugt, deren Tiefe sich über die ganze Dicke des ersten Wafers erstreckt, so dass die so erzeugten Mikrostrukturen Hohlräume 13 bilden, die auf der Vorderseite 15 je eine Öffnung 14 und auf der Rückseite des ersten Wafers je eine Öffnung 15 haben. Der Silizium-Wafer 11 hat z.B. eine Dicke von 250 Mikrometer.

Anschliessend wird die Ätzmaskierung 12 von der Vorderseite 20 des Silizium-Wafers 11 entfernt, der Wafer 11 gewendet und die Vorderseite des Silizium-Wafers 11, wie in Fig. 2 gezeigt, auf ein Trägersubstrat 16 gebondet, um die Eigenstabilität zu erhöhen und die Rückseite des Wafers 11 für das elektrochemische auftragen von Nickel zu versiegeln. 25 Durch dieses Bonden vom Wafer 11 und Trägersubstrat 16 wird ein sogenannter Galvano-Master 19 gebildet.

In einer Variante des oben beschriebenen Verfahrens wird von der Vorderseite des Silizium-Wafers 11 ausgehend einer 30 Anordnung von Mikrostrukturen erzeugt, welche Hohlräume bilden und deren Tiefe sich nur über einen Teil der Dicke des Wafers 11 erstreckt. In diesem Fall wird nach der Entfernung der Ätzmaskierung 12 und des Bonden der Vorderseite des Wafers 11 auf dem Trägersubstrat 16 eine 35 Schicht des Wafers 11 abgetragen, um die nicht durchgeätzten Mikrostrukturen freizulegen und um die Tiefe der

Mikrostrukturen 4, welche dabei sich über die
ganze verbleibende Dicke des Wafers 11 erstrecken.

Als Trägersubstrat 16 eignen sich sowohl Pyrex-Wafer (Glas
5 mit hohem Anteil an Natrium) als auch Silizium-Wafer.

Pyrex-Wafer werden mittels anodisch Bonding mit dem
mikrostrukturierten Silizium-Wafer untrennbar verbunden.
Beim anodisch Bonding wird eine Hochspannung von z.B. 1000 V
10 an die aufeinander gelegten Silizium und Pyrex-Wafer
angelegt. Dabei diffundieren Natrium Ionen vom Pyrex in das
Silizium und erzeugen eine hochfeste ionische Verbindung
zwischen Pyrex und Silizium. Die Diffusion wird zusätzlich
beschleunigt durch Erhöhung der Wafertemperatur auf z.B.
15 400°C).

Silizium-Wafer werden mittels Silicon Fusion Bonding mit dem
mikrostrukturierten Silizium-Wafer untrennbar verbunden.
Beim Silizium Fusion Bonding werden die zu verbindenden
20 Oberflächen von Silizium Substrat und mikrostrukturiertem
Silizium-Wafer konditioniert und anschliessend unter Druck
und Temperatur miteinander kovalent verbunden, vorausgesetzt
die beiden zu verbindenden Oberflächen weisen sehr geringe
Rauhigkeit auf (kleiner als 0.5 Nanometer), damit die beiden
25 Oberflächen unmittelbar miteinander in Kontakt treten.

Als nächster Verfahrensschritt wird das mikrostrukturierte
Silizium-Wafer 11 mit dem Trägersubstrat 16, zusammen Master
19 genannt, mit einer leitenden Dünnschicht versehen, die
30 als Startschicht für die nachstehend beschriebene
elektrochemische Abscheidung dient. Als solche eignen sich
z.B. Gold, Silber und Nickel die physikalisch mittels dem
Sputter- (auch bekannt unter dem Begriff
Kathodenzerstäubung) oder Aufdampfverfahren nach
35 Beschichtung mit einer Haftschicht aus Aluminium, Titan oder
Chrom aufgebracht werden.

10064ep

- 7 -

Anschliessend wird, wie in Fig. 3. gezeigt, der Master 19 via die leitende Startschicht elektrisch kontaktiert und elektrochemisch eine dicke Metallschicht 17, vorzugsweise eine Nickelschicht abgeschieden, um eine mechanisch stabile 5 Backplatte mit einer Dicke von z.B. 1 Millimeter zu bilden.

Nach der oben erwähnten Abscheidung von z.B. einer Nickelschicht 17, auch Nickel Shim genannt, wird zuerst die Rückseite 20 des Nickel Shims planarisiert. Dazu eignet sich 10 erodieren und schleifen. Anschliessend muss der mikrostrukturierte Nickel Werkzeugeinsatz 17 (nachfolgend Shim genannt) vom Master 19 getrennt werden. Dazu wird der Master 19 entweder mechanisch vom Shim 17 getrennt oder in 15 einer geeigneten Nassätzchemie oder durch Trockenätzten aufgelöst. Fig. 4 zeigt der getrennte Nickel Shim 17 mit planarisierter Rückseite 20.

Die abgetrennten Metallschicht 17 ist als formgebende Teil eines erfindungsgemäss hergestellten Werkzeugeinsatzes 20 verwendbar, und hat seitliche Außenflächen 26, 27 welche die Bildung von Entformungsschrägen ermöglichen, die z.B. grösser als 2 Grad sind.

Ein Verfahren zum Spritzgiessen eines Kunststoffsteils wird 25 nachstehend anhand der Figuren 5 bis 7 beschrieben.

Zum Spritzgiessen eines Kunststoffsteils wird der Nickel Shim 17 in einer Werkzeughälfte 22 eingebaut, die gegenüber einer zweiten Werkzeughälfte 23 des Spritzgusswerkzeuges 30 angeordnet ist. Das Spritzgusswerkzeug wird geschlossen und eine Kunststoffsenschmelze 25 in den Innenraum des Spritzgusswerkzeuges eingespritzt.

Nach dem Erstarren der Kunststoffsenschmelze 25 und Öffnen des 35 Spritzgusswerkzeuges lässt sich das Kunststoffteil 31 mit wenig Kraftaufwendung vom Shim entformen. Vorteilhaft ist es, dass dabei keine Beeinträchtigung der Qualität der

Mikrostrukturen vorkommt und dass auch wenn der Wafer viele Mikrostrukturen aufweist nur geringe Entformungskräfte erforderlich sind um das Kunststoffteil zu entformen. Ein weiterer Vorteil des oben beschriebenen Verfahrens ist, dass

5 sich dadurch Mikrostrukturen mit sehr guter Tiefenuniformität herstellen lassen.

Das Kunststoffteil 31 hat Mikrostrukturen mit seitlichen Innenflächen 32, 33 die Entformungsschrägen aufweisen,
10 welche z.B. grösser als 2 Grad sind.

- - - - -

10064ep

- 9 -

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Werkzeugeinsatzes zum Spritzgiessen eines mikrostrukturierten Teils, welcher aus

5 einem Kunststoff, einem Metall oder aus einem keramischen Material hergestellt wird und welcher eine Anordnung von Mikrostrukturen aufweist, die auf einer Aussenfläche des Teils gebildet werden und eine vorbestimmte Tiefe haben, welches Verfahren folgende Schritte umfasst

10

(a) photolithographisches Maskieren der Vorderseite eines ersten Wafers mit einer ersten Ätzmaskierung, welche einer Anordnung von Mikrostrukturen entspricht,

15

(b) Mikrostrukturieren des ersten Wafers mittels Plasmaätzen der Vorderseite des ersten Wafers zur Bildung einer Anordnung von Mikrostrukturen, welche Hohlräume bilden und deren Tiefe sich über einen Teil der Dicke des ersten Wafers erstreckt,

20

(c) Entfernen der ersten Ätzmaskierung von der Vorderseite des ersten Wafers,

25 (d) Bonden der Vorderseite des ersten Wafers auf ein Trägersubstrat zur Bildung eines Masters,

(e) Abtragen einer Schicht des ersten Wafers zum freilegen der nicht durchgeätzten Mikrostrukturen und zum Einstellen der Tiefe der Mikrostrukturen

30

(f) Aufbringen einer elektrisch leitenden Dünnsschicht auf der Rückseite des ersten Wafers und auf den durch die erwähnten Hohlräume zugänglichen Flächen des Trägersubstrats,

35

(g) elektrochemisches Abtrennen einer Metallschicht auf der Rückseite des ersten Wafers und in den darin vorhandenen durch die Mikrostrukturen gebildeten Hohlräume,

5 (h) Planarisieren der Aussenfläche der abgeschiedene Metallschicht, und

(i) Trennen der Metallschicht vom Master, wobei die abgetrennte Metallschicht als Werkzeugeinsatz zum

10 Spritzgiessen eines Teils verwendbar ist.

2. Verfahren zur Herstellung eines Werkzeugeinsatzes zum Spritzgiessen eines mikrostrukturierten Teils, welcher aus einem Kunststoff, einem Metall oder aus einem keramischen Material hergestellt wird und welcher eine Anordnung von Mikrostrukturen aufweist, die auf einer Aussenfläche des Teils gebildet werden und eine vorbestimmte Tiefe haben, welches Verfahren folgende Schritte umfasst

20 (a) photolithographisches Maskieren der Vorderseite eines ersten Wafers mit einer ersten Ätzmaskierung, welche einer Anordnung von Mikrostrukturen entspricht,

(b) Mikrostrukturieren des ersten Wafers mittels Plasmaätzen der Vorderseite des ersten Wafers zur Bildung einer Anordnung von Mikrostrukturen, deren Tiefe sich über die ganze Dicke des ersten Wafers erstreckt, so dass die Mikrostrukturen Hohlräume bilden, die auf der Vorderseite und auf der Rückseite des ersten Wafers je eine Öffnung haben,

(c) Entfernen der ersten Ätzmaskierung von der Vorderseite des ersten Wafers,

10064ep

- 11 -

(d) Bonden der Vorderseite des ersten Wafers auf ein Trägersubstrat zur Bildung eines Masters,

5 (e) Aufbringen einer elektrisch leitenden Dünnschicht auf der Rückseite des ersten Wafers und auf den durch die erwähnten Hohlräume zugänglichen Flächen des Trägersubstrats,

10 (f) elektrochemisches Abscheiden einer Metallschicht auf der Rückseite des ersten Wafers und in den darin vorhandenen durch die Mikrostrukturen gebildeten Hohlräume,

15 (g) Planarisieren der Außenfläche der abgeschiedene Metallschicht, und

15 (h) Trennen der Metallschicht vom Master, wobei die abgetrennte Metallschicht als Werkzeugeinsatz zum Spritzgießen eines Teils verwendbar ist.

20 3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Wafer ein Silizium-Wafer ist.

25 4. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat ein Pyrex-Wafer ist.

5. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat ein Silizium-Wafer ist.

30 6. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die abgeschiedene Metallschicht eine Nickelschicht ist.

7. Verfahren gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikrostrukturieren der Vorderseite des ersten Wafers mittels Throughetching des ersten Wafers mit Hinterschnitt durchgeführt wird, so dass
5 die gebildeten Mikrostrukturen einen Querschnitt haben, dessen Breite mit dem Abstand zur Vorderseite des ersten Wafers zunimmt.

8. Verfahren zum Spritzgiessen eines Teils, welcher aus
10 einem Kunststoff, einem Metall oder aus einem keramischen Material hergestellt wird und welcher eine Anordnung von Mikrostrukturen aufweist, die auf einer Aussenfläche des Teils gebildet werden und eine vorbestimmte Tiefe haben, wobei ein Werkzeug zum Spritzgiessen verwendet wird, der von
15 einer ersten und einer zweiten Werkzeughälfte gebildet wird, welches Verfahren folgende Schritte umfasst

(a) Einbauen eines ersten Werkzeugeinsatzes als eine erste Werkzeughälfte, die zur Formung der Anordnung von
20 Mikrostrukturen dient, wobei der erste Werkzeugeinsatz nach einem Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 7 hergestellt wird,

(b) Einbauen eines zweiten Werkzeugeinsatzes als eine zweite Werkzeughälfte, die gegenüber der ersten Werkzeughälfte angeordnet wird,

(c) Schliessen des vom ersten und zweiten Werkzeugeinsatz gebildeten Werkzeugs zum Spritzgiessen,
30

(d) Einspritzen einer Materialschmelze in den Raum zwischen dem ersten und dem zweiten Werkzeugeinsatz,

(f) Abkühlen der eingespritzten Materialschmelze, und
35

10064ep

- 13 -

(g) Ausstossen aus dem Werkzeug zum Spritzgiessen von einem Teil, der durch Erstarrung der eingespritzten Materialschmelze gebildet wird und der Mikrostrukturen mit Entformungsschrägen aufweist.

5

Zusammenfassung

Verfahren zur Herstellung eines Werkzeugeinsatzes zum Spritzgiessen eines mikrostrukturierten Teils, welcher aus

5 einem Kunststoff, einem Metall oder aus einem keramischen Material hergestellt wird und welcher eine Anordnung von Mikrostrukturen aufweist, die auf einer Aussenfläche des Teils gebildet werden und eine vorbestimmte Tiefe haben. Das Verfahren umfasst insbesondere folgende Schritte:

10 (1) Mikrostrukturieren des ersten Wafers mittels Plasmaätzen der Vorderseite des ersten Wafers zur Bildung einer Anordnung von Mikrostrukturen, deren Tiefe sich über die ganze Dicke des ersten Wafers erstreckt, so dass die Mikrostrukturen Hohlräume bilden, die auf der Vorderseite

15 und auf der Rückseite des ersten Wafers je eine Öffnung haben,

(2) Entfernen der ersten Ätzmaskierung von der Vorderseite des ersten Wafers,

(3) Bonden der Vorderseite des ersten Wafers auf ein

20 Trägersubstrat zur Bildung eines Masters,

(4) elektrochemisches Abscheiden einer Metallschicht auf der Rückseite des ersten Wafers und in den darin vorhandenen durch die Mikrostrukturen gebildeten Hohlräume, und

(h) Trennen der Metallschicht vom Master, wobei die

25 abgetrennte Metallschicht als Werkzeugeinsatz zum Spritzgiessen eines Teils verwendbar ist.

- - - - -

(Fig. 3)

1/3

Fig. 1

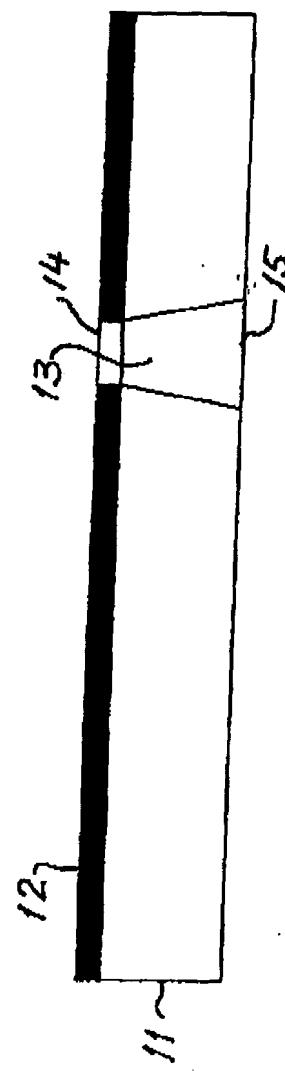


Fig. 2

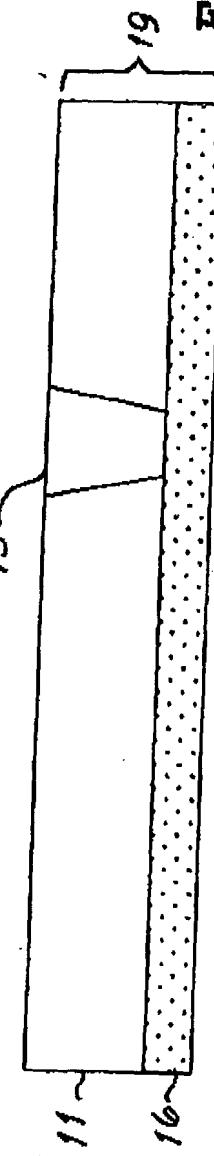
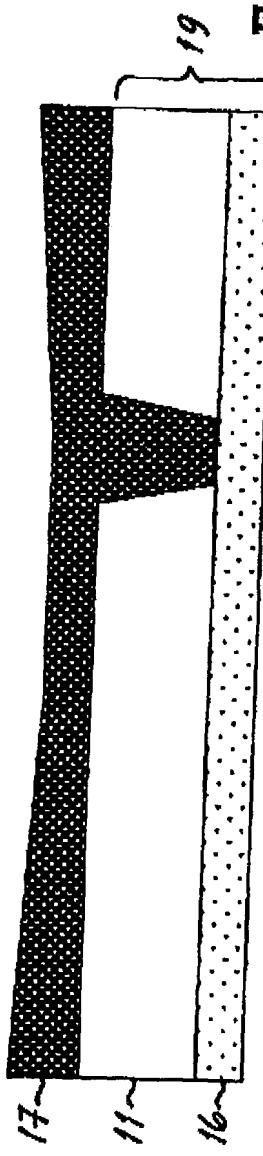


Fig. 3



2/3

Fig. 4

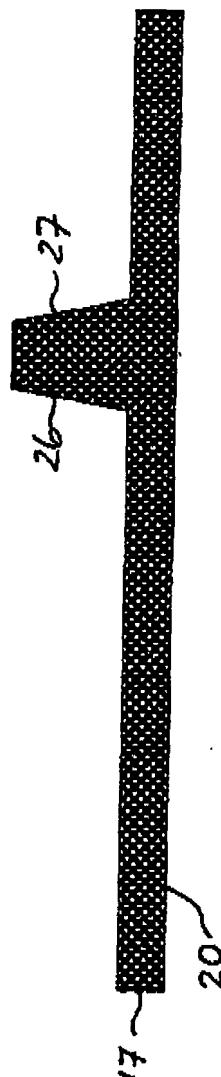
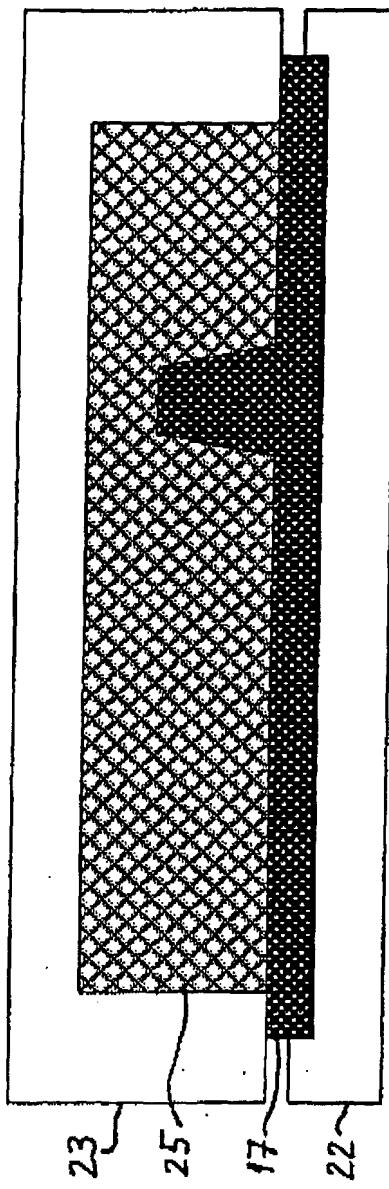


Fig. 5



3/3

Fig. 6

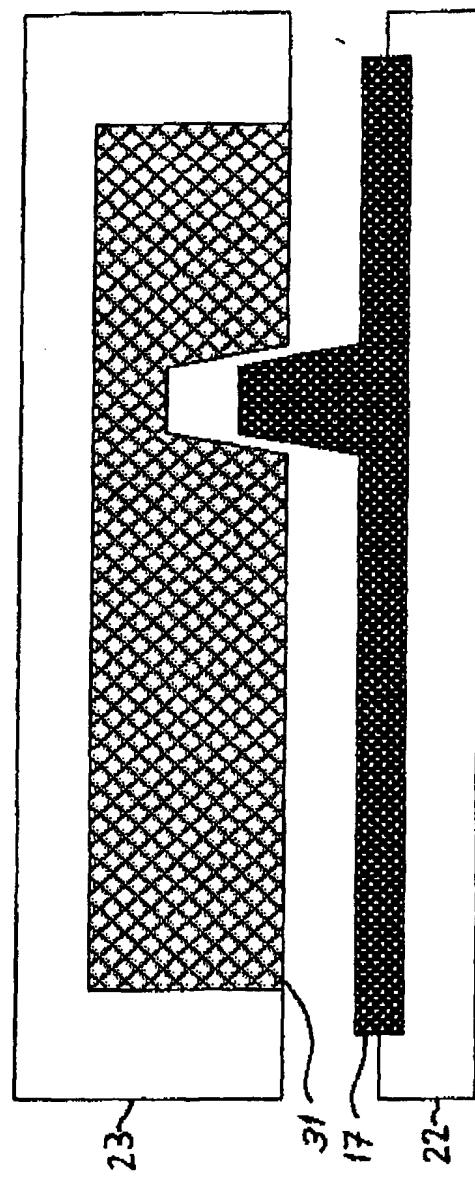
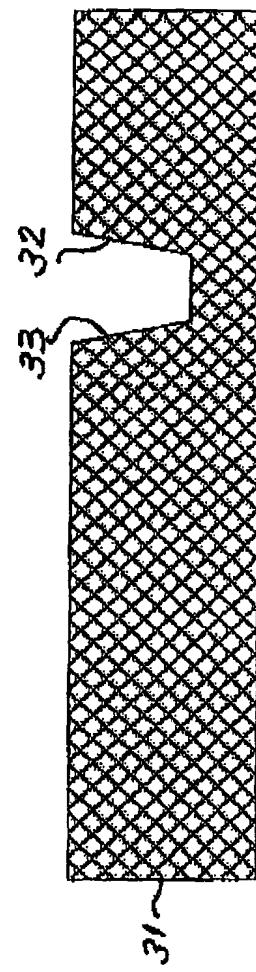


Fig. 7



THIS PAGE BLANK (USPTO)